

# **Penggunaan Sistem Samar Pada Pemodelan Tingkat Inflasi Di Indonesia**

Oleh :

Nunung Chusnul Chotimah

*Mahasiswa Program Studi Matematika FMIPA UNY*

Agus Maman Abadi

*Staf Pengajar Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY*

Muhammad Fauzan

*Staf Pengajar Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA UNY*

## **ABSTRAK**

Selama ini telah banyak penelitian model tingkat inflasi di Indonesia dengan menggunakan berbagai metode dalam time series. Namun penggunaan sistem samar untuk model masih belum banyak diminati. Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat model tingkat inflasi di Indonesia dengan sistem samar.

Pemodelan menggunakan sistem samar diperoleh dengan menggunakan kombinasi dari beberapa komponen sistem samar. Dalam tahap fuzzifikasi digunakan fuzzifier singleton, aturan dasar samar JIKA-MAKA (Mamdani), mesin inferensi pergandaan, mesin inferensi minimum, serta tahap defuzzifikasi menggunakan defuzzifier rata-rata pusat. Model tersebut kemudian dibandingkan dan diperoleh model terbaik (berdasarkan keakuratan prediksi dari nilai galat pada data diluar sampel). Model yang terbaik menggunakan sistem samar kemudian dibandingkan dengan regresi.

Berdasarkan validasi menggunakan rata-rata error untuk setiap nilai galatnya, maka diperoleh kesimpulan bahwa model dengan menggunakan sistem samar ( $e = 0.163995$ ) merupakan model yang lebih baik dibandingkan dengan model menggunakan regresi ( $e = 1.17514$ )

Kata kunci : sistem samar, tingkat inflasi

## **I. Latar Belakang Masalah**

Dalam Undang - Undang No. 3 Tahun 2004 Bank Indonesia memiliki tujuan untuk mencapai dan memelihara kestabilan nilai rupiah (Pasal 7). Kestabilan nilai rupiah tercermin dari tingkat inflasi dan nilai tukar yang stabil. Tingkat inflasi tercermin dari naiknya harga barang-barang secara umum.

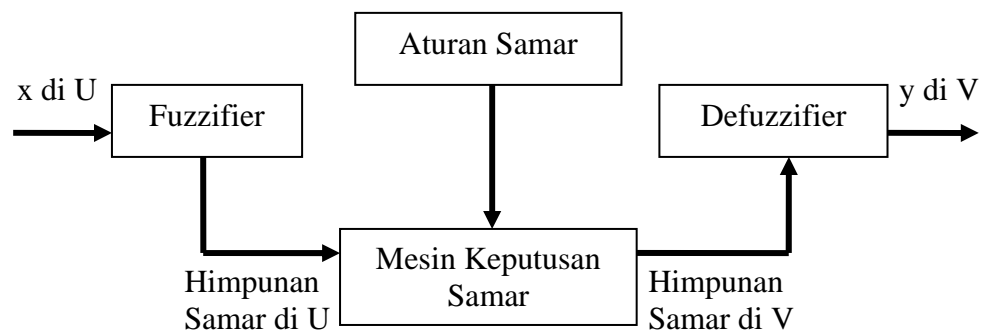
Pemodelan tingkat inflasi selama ini telah banyak dilakukan dengan berbagai metode dalam time series. Penelitian dengan menggunakan analisis regresi model Cobb Douglas dengan metode *enter* diperoleh model tingkat

inflasi di Indonesia yang memiliki hubungan faktornya secara bersama-sama berpengaruh signifikan. Faktor-faktor utama yang mempengaruhi inflasi di Indonesia adalah jumlah uang yang beredar, nilai tukar rupiah, tingkat suku bunga, dan pendapatan nasional. Sedangkan penelitian yang menggunakan sistem samar (fuzzifier singleton, mesin inferensi pergandaan dan defuzzifier rata-rata pusat) dengan pengambilan  $\sigma^2 = 10^3$  dengan 2 faktor utama yaitu nilai tukar rupiah dan pendapatan nasional diperoleh hasil bahwa sistem samar dapat digunakan untuk membuat model inflasi [3].

Selanjutnya dalam tulisan ini akan dimodelkan tingkat inflasi di Indonesia berdasarkan faktor utama dengan menggunakan sistem samar.

## II. Pembentukan Sistem Samar

Sistem samar terdiri dari aturan samar, fuzzifier, mesin inferensi, dan defuzzifier.



Gambar. 2.5. Susunan sistem logika samar dengan fuzzifier dan defuzzifier  
Secara umum, sistem logika samar dengan menggunakan fuzzifier dan defuzzifier disebut sebagai sistem pengaturan samar.

Fuzzifier didefinisikan sebagai pemetaan nilai real  $x^* \in U \in R^n$  ke himpunan samar  $A'$  di  $U$ .

### Definisi 1. Fuzzifier Singleton

Fuzzifier singleton memetakan nilai tegas  $x^* \in U$  ke singleton samar  $A^i \in U$ , dengan nilai keanggotaan 1 untuk  $x^*$  dan 0 untuk nilai yang lain di  $U$ .

$$\mu_{A^i}(x) = \begin{cases} 1 & \text{untuk } x = x^* \\ 0 & \text{untuk } x \text{ yang lain} \end{cases} \quad (1)$$

Pada mesin inferensi samar, prinsip logika samar digunakan dengan cara mengkombinasikan aturan samar JIKA-MAKA pada basis aturan samar ke pemetaan dari himpunan samar  $A^i$  di  $U$  pada himpunan samar  $B^i$  di  $V$ .

**Definisi 2.** Mesin Inferensi pergandaan

Mesin inferensi pergandaan menggunakan basis inferensi individual dengan kombinasi gabungan, implikasi pergandaan Mamdani, pergandaan aljabar untuk semua operator  $t$ -norm dan max untuk operator  $s$ -norm.

$$\mu_{B^i}(y) = \max_{l=1}^M [\sup_{x \in U} (\mu_{A^l}(x) \prod_{i=1}^n \mu_{A_i^l}(x_i) \mu_{B^l}(y))] \quad (2)$$

**Definisi 3.** Mesin Inferensi Minimum

Mesin Inferensi Minimum menggunakan basis inferensi individual dengan kombinasi gabungan, implikasi minimum Mamdani, min untuk semua operator  $t$ -norm dan max untuk semua operator  $s$ -norm.

$$\mu_{B^i}(y) = \max_{l=1}^M [\sup_{x \in U} \min(\mu_{A^l}(x), \mu_{A_1^l}(x_1), \dots, \mu_{A_n^l}(x_n) \mu_{B^l}(y))] \quad (3)$$

Defuzzifier didefinisikan sebagai suatu pemetaan dari himpunan samar di  $B^i \in V \subset R$  ke suatu titik bernilai  $y \in V$ .

**Definisi 4.** (Wang, Li Xin; 1997:110). Jika  $\bar{y}^l$  merupakan pusat dari himpunan samar ke- $l$ , dan  $w_l$  adalah tinggi, maka defuzzifier rata-rata pusat dinyatakan sebagai :

$$y = \frac{\sum_{l=1}^M \bar{y}^l w_l}{\sum_{l=1}^M w_l} \quad (4)$$

**Definisi 5.** (Wang, 1997:120). Fungsi keanggotaan Gaussian memenuhi:

$$\mu_{A_i^l}(x_i) = a_i^l \exp \left[ - \left( \frac{x_i - \bar{x}_i^l}{\sigma_i^l} \right)^2 \right] \quad (5)$$

$$\mu_{B^l}(y^l) = \exp[-(-y - \bar{y}^l)^2] \quad (6)$$

Dimana  $a_i^l \in (0,1]$ ,  $\sigma_i^l \in (0,\infty)$  dan  $\bar{x}_i^l, \bar{y}^l \in R$  adalah nilai parameter.

**Definisi 6.** Fungsi keanggotaan segitigam memiliki bentuk:

$$\mu_{A_i^l}(x_i) = \begin{cases} 1 - \frac{|x_i - \bar{x}_i^l|}{\sigma_i^l} & \text{jika } |x_i - \bar{x}_i^l| \leq \sigma_i^l \\ 0 & \text{yanglainnya} \end{cases} \quad (7)$$

Maka jika disusun menjadi sistem samar, diperoleh :

**Lemma. 1.** Sistem samar dengan fuzzifier singleton (1), mesin inferensi pergandaan (2), defuzzifier rata-rata pusat (4), dan fungsi keanggotaan Gaussian (5) dan (6) memiliki bentuk :

$$f(x) = \frac{\sum_{l=1}^M \bar{y}^l \left[ \prod_{i=1}^n a_i^l \exp \left( - \left( \frac{x_i - \bar{x}_i^l}{\sigma_i^l} \right)^2 \right) \right]}{\sum_{l=1}^M \left[ \prod_{i=1}^n a_i^l \exp \left( - \left( \frac{x_i - \bar{x}_i^l}{\sigma_i^l} \right)^2 \right) \right]} \quad (8)$$

**Bukti .** Dengan mensubstitusikan fuzzifier singleton (7.2) pada mesin

inferensi pergandaan (7.4), diperoleh  $\mu_{B^l}(y) = \max_{l=1}^M \left[ \prod_{i=1}^n \mu_{A_i^l}(x_i^*) \mu_{B^l}(y) \right]$

(i)

Karena input yang diberikan  $x_i^*$ , pusat ke- $l$  dari himpunan samar (i) adalah pusat  $B^l$ , kita dapat melihat bahwa  $\bar{y}^l$  pada defuzzifier rata-rata pusat (7.10) sama dengan  $\bar{y}^l$  pada lemma ini. Dengan menambahkan tinggi himpunan samar (i) dinotasikan oleh  $w_l$  pada (41) yaitu

$\prod_{i=1}^n \mu_{A_i^l}(x_i^*) \mu_{B^l}(\bar{y}) = \prod_{i=1}^n \mu_{A_i^l}(x_i^*)$  (dengan  $B^l$  adalah normal). Dengan

menggunakan defuzzifier rata-rata pusat (7.10) pada himpunan samar (i), kita akan mendapatkan

$$y^* = \frac{\sum_{l=1}^M \bar{y} \left( \prod_{i=1}^n \mu_{A_i^l}(x_i^*) \right)}{\sum_{l=1}^M \left( \prod_{i=1}^n \mu_{A_i^l}(x_i^*) \right)} \quad (ii)$$

Dengan mengganti  $x^* = x$  dan  $y^* = y$ , kemudian fungsi keanggotaan yang dipapaki adalah fungsi keanggotaan Gaussian, maka (ii) akan menjadi (8)

**Lemma. 2.** Sistem samar dengan fuzzifier singleton (1), mesin inferensi minimum (3), defuzzifier rata-rata pusat (4), dan fungsi keanggotaan Gaussian (5) dan (6) memiliki bentuk :

$$f(x) = \frac{\sum_{l=1}^M \bar{y} \left[ \min_{i=1}^n a_i^l \exp \left( - \left( \frac{x_i - \bar{x}_i}{\sigma_i^l} \right)^2 \right) \right]}{\sum_{l=1}^M \left[ \min_{i=1}^n a_i^l \exp \left( - \left( \frac{x_i - \bar{x}_i}{\sigma_i^l} \right)^2 \right) \right]} \quad (9.5)$$

**Lemma. 3.** Sistem samar dengan fuzzifier singleton (1), mesin inferensi pergandaan (2), defuzzifier rata-rata pusat (4), dan fungsi keanggotaan segitiga (7) memiliki bentuk :

$$f(x) = \begin{cases} \frac{\sum_{l=1}^M \bar{y} \left[ \prod_{i=1}^n \left( 1 - \left| \frac{x_i - \bar{x}_i}{\sigma_i^l} \right| \right) \right]}{\sum_{l=1}^M \left[ \prod_{i=1}^n \left( 1 - \left| \frac{x_i - \bar{x}_i}{\sigma_i^l} \right| \right) \right]} & \text{jika } |x_i - \bar{x}_i| \leq \sigma_i^l \\ 0 & \text{yanglain} \end{cases}$$

**Lemma. 4.** Sistem samar dengan fuzzifier singleton (1), mesin inferensi minimum (3), defuzzifier rata-rata pusat (4), dan fungsi keanggotaan segitiga (7) memiliki bentuk :

$$f(x) = \begin{cases} \frac{\sum_{l=1}^M y^l \left[ \min_{i=1}^n \left( 1 - \frac{|x_i - \bar{x}_i^l|}{\sigma_i^l} \right) \right]}{\sum_{l=1}^M \left[ \min_{i=1}^n \left( 1 - \frac{|x_i - \bar{x}_i^l|}{\sigma_i^l} \right) \right]} & \text{jika } |x_i - \bar{x}_i^l| \leq \sigma_i^l \\ 0 & \text{yanglain} \end{cases}$$

### III. Pemodelan Tingkat Inflasi

#### a. Klasifikasi Variabel

Variabel pada bab 2 telah diklasifikasikan menjadi :

Tabel.3.1. Domain masing-masing variabel (input dan output)

Fungsi	Variabel	Domain	Satuan
Input	GDP (riil) ( $x_1$ )	[-20000, 20000]	Milyar rupiah
	Nilai Tukar Rupiah terhadap USD ( $x_2$ )	[-5000, 5000]	Rupiah
	Tingkat Suku bunga ( $x_3$ )	[-50,50]	Per-seratus (%)
	Jumlah Uang yang beredar ( $x_4$ )	[0,50000]	Milyar rupiah
Output	Inflasi (y)	[0,100]	Per-seratus (%)

Domain diatas didasarkan pada nilai perubahan dari setiap variabel.

Domain tersebut didasarkan pada nilai maksimal dan minimal yang sesuai dengan logika ekonomi.

#### b. Data Tiap Variabel

Berikut ini data tiap variabel menurut laporan Statistik Ekonomi Keuangan Indonesia (SEKI) Bank Indonesia yang diperoleh dari situs

[www.bi.go.id](http://www.bi.go.id) tanggal 29 Agustus 2006. Nilai-nilai ini merupakan data perubahan tahunan.

Tabel. 3. Data input berdasarkan perubahan nilai (dari tahun ke tahun) dari data Statistik Ekonomi Keuangan Indonesia (SEKI) Bank Indonesia selama 25 tahun

Tahun	GDPriil (x <sub>1</sub> )	Nilai Tukar (x <sub>2</sub> )	Suku Bunga (Rsb) (x <sub>3</sub> )	Jumlah Uang Yang Beredar (x <sub>4</sub> )	Inflasi Sebenarnya (y)
1981	2920.6	9.2	1.7	1450	12.2
1982	281.6	46	1.8	1079.4	9.6
1983	2700.7	306	3.8	165.3	11.8
1984	2985.3	76.4	4.2	728.7	10.3
1985	2486.4	58.6	-2.5	1397.6	4.8
1986	3836.1	521.2	0	1840.4	5.8
1987	3795	5.3	1.8	780.3	9.3
1988	4430.2	65.7	0	1368.7	8.1
1989	4914.5	77.4	-1.9	4793	6.4
1990	5739	80.2	4.6	4656.6	7.9
1991	6396.8	110.8	0.1	2659	9.4
1992	5087.3	71.9	-5.4	2610.7	7.5
1993	7674.9	51.3	-3.6	7722.7	9.7
1994	3393.2	86.3	2	8228.6	8.5
1995	8590.5	107	2.2	6988.4	9.4
1996	10131.2	67.7	-0.6	9960	7.9
1997	1178.6	1621.6	6.6	8997.6	6.2
1998	-20065.8	3635.7	29.7	30225.7	58
1999	4814.4	-483.3	-37.5	19274	20.7
2000	6063.9	2365	1.31	27639	3.8
2001	43806.9	393.3	3.31	30306	11.5
2002	-27934.6	-1460	-4.51	14208	11.8
2003	12531.5	-475	-4.77	31860	5.16
2004	11366.1	825	-1.05	30019	6.40
2005	41082	540	5.54	28087	17.11

Data diatas akan dibagi menjadi 2 bagian. Bagian data pemodelan dan bagian uji pemodelan. Data dari tahun 1981 hingga 2003 akan menjadi data model. Sedangkan data tahun 2004 dan 2005 akan menjadi data penguji.

### c. Model Tingkat Inflasi

Misalkan terdapat N pasangan *input-output*  $(x_0^l, y_0^l), l = 1, 2, \dots, N$ . Dengan N kecil. Selanjutnya akan dibentuk sistem samar  $f(x)$  yang sesuai dengan semua pasangan N untuk sembarang ketepatan yang diinginkan yaitu untuk setiap  $\varepsilon > 0, |f(x_0^l) - y_0^l| < \varepsilon$  dengan  $l = 1, 2, \dots, N$ .

A. Sistem Samar dengan Fuzzifier Singleton, Mesin Inferensi Pergandaan, Defuzzifikasi Rata-Rata Pusat dan Fungsi Keanggotaan Gaussian (model (i)).

$$f(x)_i = \frac{\sum_{i=1}^{23} y_{0i} \exp\left(-\frac{(x_1 - x_{01}^i)^2 + (x_2 - x_{02}^i)^2 + (x_3 - x_{03}^i)^2 + (x_4 - x_{04}^i)^2}{2\sigma^2}\right)}{\sum_{i=1}^{23} \exp\left(-\frac{(x_1 - x_{01}^i)^2 + (x_2 - x_{02}^i)^2 + (x_3 - x_{03}^i)^2 + (x_4 - x_{04}^i)^2}{2\sigma^2}\right)} \quad (3.1.1)$$

B. Sistem Samar dengan Fuzzifier Singleton, Mesin Inferensi Minimum, Defuzzifikasi Rata-Rata Pusat dan Fungsi Keanggotaan Gaussian (model (ii)).

$$f(x)_{ii} = \frac{\sum_{i=1}^{23} y_{0i} \min\left(\exp\left(-\frac{(x_1 - x_{01}^i)^2}{2\sigma^2}\right), \exp\left(-\frac{(x_2 - x_{02}^i)^2}{2\sigma^2}\right), \exp\left(-\frac{(x_3 - x_{03}^i)^2}{2\sigma^2}\right), \exp\left(-\frac{(x_4 - x_{04}^i)^2}{2\sigma^2}\right)\right)}{\sum_{i=1}^{23} \min\left(\exp\left(-\frac{(x_1 - x_{01}^i)^2}{2\sigma^2}\right), \exp\left(-\frac{(x_2 - x_{02}^i)^2}{2\sigma^2}\right), \exp\left(-\frac{(x_3 - x_{03}^i)^2}{2\sigma^2}\right), \exp\left(-\frac{(x_4 - x_{04}^i)^2}{2\sigma^2}\right)\right)} \quad (3.1.2)$$

C. Sistem Samar dengan Fuzzifier Singleton, Mesin Inferensi Pergandaan, Defuzzifikasi Rata-Rata Pusat dan Fungsi Keanggotaan Segitiga (model (iii)).



$$f(x)_{iii} = \begin{cases} \frac{\sum_{i=1}^{23} y_{0i} \left( 1 - \frac{|x_1 - x'_{01}|}{\sigma} + 1 - \frac{|x_2 - x'_{02}|}{\sigma} + 1 - \frac{|x_3 - x'_{03}|}{\sigma} + 1 - \frac{|x_4 - x'_{04}|}{\sigma} \right)}{\sum_{i=1}^{23} \left( 1 - \frac{|x_1 - x'_{01}|}{\sigma} + 1 - \frac{|x_2 - x'_{02}|}{\sigma} + 1 - \frac{|x_3 - x'_{03}|}{\sigma} + 1 - \frac{|x_4 - x'_{04}|}{\sigma} \right)} & \text{jika } |x_i - \bar{x}_i| \leq \sigma'_i \\ 0 & \text{yanglain} \end{cases}$$

D. Sistem Samar dengan Fuzzifier Singleton, Mesin Inferensi Minimum, Defuzzifikasi Rata-Rata Pusat dan Fungsi Keanggotaan Segitiga (model (iv)).

$$f(x)_{iv} = \begin{cases} \frac{\sum_{i=1}^{23} y_{0i} \min \left( 1 - \frac{|x_1 - x'_{01}|}{\sigma}, 1 - \frac{|x_2 - x'_{02}|}{\sigma}, 1 - \frac{|x_3 - x'_{03}|}{\sigma}, 1 - \frac{|x_4 - x'_{04}|}{\sigma} \right)}{\sum_{i=1}^{23} \min \left( 1 - \frac{|x_1 - x'_{01}|}{\sigma}, 1 - \frac{|x_2 - x'_{02}|}{\sigma}, 1 - \frac{|x_3 - x'_{03}|}{\sigma}, 1 - \frac{|x_4 - x'_{04}|}{\sigma} \right)} & \text{jika} \\ 0 & \text{yanglain} \end{cases}$$

$$|x_i - \bar{x}_i| \leq \sigma'_i$$

5. Model (v) yaitu model yang menggunakan statistik regresi linear ganda yang diperoleh bahwa secara bersama-sama berpengaruh signifikan terhadap inflasi.

$$f(x)_v = 8.257 - (3.549 \times 10^{-4})x_1 + (3.653 \times 10^{-3})x_2 + (9.944 \times 10^{-2})x_3 + (3.325 \times 10^{-4})x_4$$

#### IV. Hasil Pemodelan Tingkat Inflasi

Dari hasil model menggunakan pemrograman dengan bahasa Matlab diperoleh hasil :

Keterangan :

— data sampel

— data diluar sampel

**Model (i), model (ii)**

Tahun	GDP Pri il (x1)	Nilai Tuk ar (x2)	Suku Bun ga (Rsb i) (x3)	Jumlah Uang Yang Bered ar (x4)	Inflasi Seben arnya (y)	Perkiraan Inflasi model (i)				Perkiraan Inflasi model (ii)				Perkiraan Inflasi model (v)	
						501500 00	Galat	100 0	galat	5015000 0	Galat	100 0	galat	7.9053	0.3520 25
1981	2920.6	9.2	1.7	1450	12.2	8.6111	0.29417 2	12. 2	0	8.6099	0.2942 7	12.2	0	8.8630	0.0767 71
1982	281.6	46	1.8	1079.4	9.6	8.6304	0.101	9.6	0	8.6253	0.1015 31	9.6	0	8.8492	0.2500 68
1983	2700.7	306	3.8	165.3	11.8	8.6372	0.26803 4	11. 8	0	8.6328	0.2684 07	11.8	0	8.1365	0.2100 49
1984	2985.3	76.4	4.2	728.7	10.3	8.6246	0.16266	10. 3	0	8.6207	0.1630 39	10.3	0	7.8047	0.6259 79
1985	2486.4	58.6	-2.5	1397.6	4.8	8.6135	0.79447 9	4.8	0	8.6113	0.7940 21	4.8	0	9.4114	0.6226 55

1986	3836.1	521. 2	0	1840.4	5.8	8.5993	0.48263 8	5.8	0	8.6017	0.4830 52	5.8	0	7.3680	0.2077 42
1987	3795	5.3	1.8	780.3	9.3	8.6202	0.07309 7	9.3	0	8.6181	0.0733 23	9.3	0	7.3798	0.0889 14
1988	4430.2	65.7	0	1368.7	8.1	8.6111	0.06309 9	8.1	0	8.6099	0.0629 51	8.1	0	8.2003	0.2812 97
1989	4914.5	77.4	-1.9	4793	6.4	8.5815	0.34085 9	6.4	0	8.5797	0.3405 78	6.4	0	8.5189	0.0783 42
1990	5739	80.2	4.6	4656.6	7.9	8.583	0.08645 6	7.9	0	8.5797	0.0860 38	7.9	0	7.2856	0.2249 36
1991	6396.8	110. 8	0.1	2659	9.4	8.5875	0.08643 6	9.4	0	8.5745	0.0878 19	9.4	0	7.0452	0.0606 4
1992	5087.3	71.9	-5.4	2610.7	7.5	8.589	0.1452	7.5	0	8.5912	0.1454 93	7.5	0	7.9304	0.1824 33
1993	7674.9	51.3	-3.6	7722.7	9.7	8.6691	0.10627 8	9.7	0	8.6942	0.1036 91	9.7	0	10.302 9	0.2121 06
1994	3393.2	86.3	2	8228.6	8.5	8.6607	0.01890 6	8.5	0	8.6743	0.0205 06	8.5	0	8.1415	0.1338 83
1995	8590.5	107	2.2	6988.4	9.4	8.643	0.08053 2	9.4	0	8.6911	0.0754 15	9.4	0	8.1608	0.0330 13
1996	10131. 2	67.7	-0.6	9960	7.9	8.8463	0.11978 5	7.9	0	8.9062	0.1273 67	7.9	0	17.410 4	1.8081 29
1997	1178.6	1621 .6	6.6	8997.6	6.2	8.6647	0.39753 2	6.2	0	8.7355	0.4089 52	6.2	0	41.663 0	0.2816 72
1998	- 20065.	3635 .7	29.7	30225. 7	58	56.477	0.02625 9	58	0	53.6239	0.0754 5	58	0	7.4625	0.6394 93

	8														
1999	4814.4	483. 3	-37.5	19274	20.7	11.0471	0.46632 4	20. 7	0	10.6556	0.4852 37	20.7	0	24.064 5	5.3327 63
2000	6063.9	2365	1.31	27639	3.8	8.0728	1.12442 1	3.8	0	8.1323	1.1400 79	3.8	0	4.5525	0.6041 3
2001	43806. 9	393. 3	3.31	30306	11.5	11.4996	3.48E- 05	11. 5	0	11.4996	3.48E- 05	11.5	0	17.113 3	0.4502 8
2002	- 27934. 6	- 1460	-4.51	14208	11.8	13.2417	0.12217 8	11. 8	0	15.1145	0.2808 9	11.8	0	12.193 5	1.3630 81
2003	12531. 5	-475	-4.77	31860	5.16	5.8481	0.13335 3	5.1 6	0	6.4183	0.2438 57	5.16	0	17.113 8	1.6740 31
2004	11366. 1	825	-1.05	30019	6.40	6.4	0	-	-	7.0932	0.1083 13	-	-	5.5394	0.6762 48
2005	41082	540	5.54	28087	17.1 1	11.4981	0.32798 9	-	-	11.4975	0.3280 25	-	-	7.9053	0.3520 25
Error Sampel						$e = 0.238858$		$e = 0$		$e = 0.25487$		$e = 0$		$e = 0.61393$	
Error Seluruh data						$e = 0.232869$		$e = -$		$e = 0.251933$		$e = -$		$e = 0.658827$	
Error Diluar sampel/error prediksi						$e = 0.163995$		$e = -$		$e = 0.218169$		$e = -$		$e = 1.17514$	

**Model (iii), model (iv) dan model (v)**

Tah un	GDPri il (x1)	Nila i Tuk	Suk u Bun	Jumla h Uang	Infla si Sebe	Perkiraan Inflasi model (iii)	Perkiraan Inflasi model (iv)
-----------	------------------	------------------	-----------------	--------------------	---------------------	-------------------------------	------------------------------

		ar (x <sub>2</sub> )	ga (Rsb i) (x <sub>3</sub> )	Yang Bered ar (x <sub>4</sub> )	narn ya (y)												
						30000	Galat	20000	Gala t	1500 0	Galat	2000 0	Galat	1500 00	Galat	1000 0	galat
1981	2920.6	9.2	1.7	1450	12.2	11.112 6	0.0891 31	11.109 1	1.08 02	11.1 06	0.0896 64	9.85 62	0.1921 15	9.39 96	0.2295 41	11.2 40	0.0786 23
1982	281.6	46	1.8	1079.4	9.6	11.112 7	0.1575 73	11.109 3	1.51 97	11.1 06	0.1568 85	9.99 8	0.0414 58	9.59 39	0.0006 35	11.1 20	0.1583 96
1983	2700.7	306	3.8	165.3	11.8	11.112 6	0.0582 54	11.109 2	0.68 02	11.1 06	0.0587 97	9.87 04	0.1635 25	9.41 76	0.2018 98	11.2 29	0.0483 64
1984	2985.3	76.4	4.2	728.7	10.3	11.112 6	0.0788 93	11.109 1	0.81 97	11.1 06	0.0782 72	9.85 4	0.0433 01	9.39 81	0.0875 63	11.2 42	0.0915 44
1985	2486.4	58.6	-2.5	1397.6	4.8	11.112 6	1.3151 25	11.109 1	6.31 97	11.1 06	1.3137 5	9.87 64	1.0575 83	9.42 54	0.9636 25	11.2 20	1.3376 25
1986	3836.1	521. 2	0	1840.4	5.8	11.112 5	0.9159 48	11.109	5.31 97	11.1 06	0.9148 97	9.81 14	0.6916 21	9.33 69	0.6098 1	11.2 85	0.9457 76
1987	3795	5.3	1.8	780.3	9.3	11.112 6	0.1949 03	11.109 1	1.81 97	11.1 06	0.1942 47	9.81 21	0.0550 65	9.34 27	0.0045 91	11.2 80	0.2129 78
1988	4430.2	65.7	0	1368.7	8.1	11.112 6	0.3719 26	11.109 1	3.01 97	11.1 06	0.3711 23	9.85 62	0.2168 15	9.39 96	0.1604 44	11.2 40	0.3877 53
1989	4914.5	77.4	-1.9	4793	6.4	11.112 4	0.7363 13	11.108 7	4.71 97	11.1 06	0.7353 91	9.77 67	0.5276 09	9.27 82	0.4497 19	11.3 44	0.7725
1990	5739	80.2	4.6	4656.6	7.9	11.112 4	0.4066 33	11.108 7	3.21 97	11.1 06	0.4059 24	9.72 79	0.2313 8	9.21 47	0.1664 18	11.3 85	0.4412 03

1991	6396.8	110. 8	0.1	2659	9.4	11.112 5	0.1821 81	11.108 8	1.71 97	11.1 07	0.1816 28	9.68 74	0.0305 74	9.16 52	0.0249 79	11.4 12	0.2140 96
1992	5087.3	71.9	-5.4	2610.7	7.5	11.112 5	0.4816 67	11.108 9	3.61 97	11.1 06	0.4809 07	9.75 24	0.3003 2	9.25 9	0.2345 33	11.3 46	0.5129 2
1993	7674.9	51.3	-3.6	7722.7	9.7	11.112 3	0.1455 98	11.108 3	1.41 97	11.1 07	0.1450 82	9.64 82	0.0053 4	9.07 81	0.0641 13	11.5 00	0.1855 77
1994	3393.2	86.3	2	8228.6	8.5	11.112 4	0.3073 41	11.108 6	2.61 97	11.1 05	0.3065 29	9.92 74	0.1679 29	9.44 43	0.1110 94	11.2 74	0.3264 24
1995	8590.5	107	2.2	6988.4	9.4	11.112 2	0.1821 49	11.108 3	1.71 97	11.1 07	0.1816 7	9.58 57	0.0197 55	8.99 88	0.0426 81	11.5 47	0.2284 57
1996	10131. 2	67.7	-0.6	9960	7.9	11.112 1	0.4065 95	11.108	3.21 97	11.1 15	0.4069 62	9.51 48	0.2044 05	8.90 09	0.1266 96	11.6 54	0.4752 66
1997	1178.6	1621 .6	6.6	8997.6	6.2	11.112 4	0.7923 23	11.108 6	4.91 97	11.1 04	0.7911 13	10.0 69	0.6240 32	9.62 39	0.5522 42	11.1 65	0.8008 55
1998	- 20065. 8	3635 .7	29.7	30225. 7	58	11.112 3	0.8084 09	11.108 5	46.8 80	11.1 04	0.8085 41	13.5 73	0.7659 81	16.3 27	0.7185	10.8 51	0.8129
1999	4814.4	- 483. 3	-37.5	19274	20.7	11.12	0.4628 02	11.107 7	9.58 02	11.1 04	0.4635 36	10.2 31	0.5057 44	9.70 99	0.5309 23	11.3 81	0.4501 84
2000	6063.9	2365	1.31	27639	3.8	11.115	1.925	11.106 6	7.31 97	11.1 03	1.922	10.4 72	1.7558 16	9.84 37	1.5904 47	11.2 77	1.9678 16
2001	43806. 9	393. 3	3.31	30306	11.5	11.200 9	0.0260 09	12.022 8	0.38 02	12.4 06	0.0788 52	18.7 00	0.6261 57	20.0 70	0.7452 87	12.2 89	0.0686 26
2002	- 27934.	- 1460	-4.51	14208	11.8	11.31	0.0415 25	11.110 2	0.68 02	11.1 07	0.0586 78	11.7 01	0.0083 47	11.9 61	0.0137 03	11.1 03	0.0590 59

	6																
2003	12531. 5	-475	-4.77	31860	5.16	11.112	1.1534 88	11.106	5.95 97	11.2 15	1.1735 27	9.93 32	0.9250 39	10.0 24	0.9427 52	11.4 63	1.2215 5
2004	11366. 1	825	-1.05	30019	6.40	11.111 3	0.7361 41	11.168 9	0.20 73	11.1 68	0.7451 41	10.0 18	0.5653 13	9.55 25	0.4925 78	12.0 49	0.8827 81
2005	41082	540	5.54	28087	17.1 1	11.138 2	0.3490 24	12.403 4	0.20 46	12.4 03	0.2750 79	15.9 24	0.0693 16	18.9 45	0.1072 47	15.6 23	0.0869 02
Error Sampel						$e = 0.488686$		$e = 0.224125$		$e = 0.492086$		$e = 0.398257$		$e = 0.372704$		$e = 0.512978$	
Error Seluruh data						$e = 0.492998$		$e = 0.222674$		$e = 0.493528$		$e = 0.391782$		$e = 0.366881$		$e = 0.510727$	
Error Diluar sampel/error prediksi						$e = 0.542583$		$e = 0.205989$		$e = 0.51011$		$e = 0.317314$		$e = 0.299913$		$e = 0.484842$	

Dengan memperhatikan data dari kelima model tersebut, dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Model (i) dan model (ii) berkecenderungan memiliki galat prediksi mengecil untuk pengambilan  $\sigma^2$  yang semakin besar. Hal ini berarti semakin besar  $\sigma^2$  model (i) semakin baik untuk prediksi.
2. Model (iii) dan model (iv) berkecenderungan memiliki galat prediksi yang konvergen terhadap satu nilai  $\sigma^2$  sehingga untuk model (iii) dapat ditentukan nilai  $\sigma^2$  optimum untuk galat mendekati 0.
3. Model (i) dengan  $\sigma^2=50150000$  merupakan model yang terbaik untuk prediksi karena memiliki nilai galat prediksi terkecil diantara galat prediksi dengan pengambilan  $\sigma^2$  yang lain. ( $e_{\min}=0.163995$ )
4. Model (ii) dengan  $\sigma^2=50150000$  merupakan model yang terbaik untuk prediksi karena memiliki nilai galat prediksi terkecil diantara galat prediksi dengan pengambilan  $\sigma^2$  yang lain. ( $e_{\min}=0.218169$ )
5. Model (iii) dengan  $\sigma^2=20000$  merupakan model yang terbaik untuk prediksi karena memiliki nilai galat prediksi terkecil diantara galat prediksi dengan pengambilan  $\sigma^2$  yang lain. ( $e_{\min}=0.205989$ )
6. Model (iv) dengan  $\sigma^2=15000$  merupakan model yang terbaik untuk prediksi karena memiliki nilai galat prediksi terkecil diantara galat prediksi dengan pengambilan  $\sigma^2$  yang lain. ( $e_{\min}=0.299913$ )

Jika dilihat dari nilai galat prediksi dari model diatas, maka diperoleh hasil bahwa model (i) merupakan model terbaik dibandingkan dengan model (ii), model (iii), dan model (iv). Jika dilihat pula dari nilai galat prediksi dari model (i) dan model (iii) maka dapat dikatakan bahwa model (i) lebih baik dari model (v).

Hasil diatas mengandung kesimpulan bahwa model menggunakan sistem samar dengan fuzzifikasi singleton, mesin inferensi pergandaan,



defuzzifier rata-rata pusat dan fungsi keanggotaan Gaussian/model (i) ( $e = 0.163995$ ) merupakan model yang lebih baik daripada model menggunakan regresi linier/ model (v) ( $e = 1.17514$ )

## **V. Kesimpulan**

Berdasarkan uraian pembahasan pada bab sebelumnya, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem samar dapat digunakan untuk membuat model tingkat inflasi di Indonesia. Sistem samar terdiri dari fuzzifikasi, pengklasifikasian aturan samar, penggunaan mesin inferensi dan defuzzifikasi. Terdapat 4 kombinasi pemodelan menggunakan sistem samar. Setelah dibandingkan dengan model menggunakan regresi dihasilkan bahwa untuk setiap nilai  $e$  sedemikian sehingga berlaku  $|f(x) - y_0| \leq e$ , maka terdapat nilai galat yang dapat ditentukan sehingga dapat diambil kesimpulan :
  - a. Model yang menggunakan fuzzifier singleton, mesin inferensi pergandaan, aturan samar, defuzzifier rata-rata pusat dengan fungsi keanggotaan gaussian (model (i) dengan  $e = 0.163995$ ) merupakan model terbaik dibandingkan model dengan sistem samar lainnya (model (ii) dengan  $e = 0.218169$ , model (iii) dengan  $e = 0.205989$  dan model (iv) dengan  $e = 0.299913$ ).
  - b. Model dengan menggunakan sistem samar (model (i)) (dengan  $e = 0.163995$ ) merupakan model yang lebih baik dibandingkan dengan model menggunakan regresi (model (iv)) (dengan  $e = 1.17514$ )
  - c. Model menggunakan sistem samar merupakan model yang lebih baik dibandingkan model menggunakan regresi.
2. Untuk menyelesaikan pemodelan tingkat inflasi dengan banyak variabel, maka dapat digunakan pemrograman dengan bahasa Matlab.

## **Saran**

Dalam penelitian ini dilakukan pemilihan  $\sigma^2$  dengan coba-coba. Nilai galat yang terlalu besar, dalam hasil dari model tersebut dapat ditekan dengan

penentuan  $\sigma^2$  yang sesuai. Karena untuk tiap aturan samar, nilai  $\sigma^2$  dapat berbeda-beda.

Dalam kenyataannya, nilai inflasi selain hanya dipengaruhi oleh faktor-faktornya namun juga oleh nilai inflasi sebelumnya. Oleh karena itu, time series menjadi pilihan terbaik untuk menyelesaikannya. Untuk itu, perlu adanya penelitian berikutnya menggunakan analisis fuzzy time series.

Jika dilihat mengenai koreksi pada uji tahun 2004 dan 2005 yang memiliki galat besar sangat dimungkinkan terjadi akibat faktor dominan lain diluar 4 faktor tersebut. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian berikutnya dengan menambahkan variabel-variabel lain yang terkait.

#### Daftar Pustaka

- [1] Agung.P, Wahyu. 2004. *Tips dan Trik Matlab : Vektorisasi, Optimasi, dan Manipulasi Array*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [2] Abdurrahman. 2004. *Modul Metode Statistik II*. Yogyakarta : Program Studi Statistik Jurusan Matematika FMIPA UGM.
- [3] Abadi, Agus Maman & Ali Muhson. 2005. *Pemodelan Tingkat Inflasi di Indonesia Dengan Menggunakan Sistem Fuzzy*. Jurnal Ekonomi & Pendidikan, Volum 2 Nomor 2, Desember 2005.
- [4] Ghozali, Imam. 2005. *Analisis Multivariate dengan program SPSS*. Semarang: Badan Penerbit UNDIP.
- [5] Klir, George J., Ute St. Clair., Bo Yuan. 1997. *Fuzzy Set Theory Foundation and Applications*. Prentice-Hall International Inc: New Jersey.
- [6] Kusumadewi, Sri. 2002. *Analisis Design dan Sistem Fuzzy Menggunakan Toolbox Matlab*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [7] Lefteri H. T., Robert E. Uhrig. 1996. *Fuzzy and Neural Approaches in Engginering*. John Wiley and Sons, Inc.
- [8] Sukirno, Sadono. 1994. *Pengantar Makro Ekonomi*. BPFE : Yogyakarta
- [9] Susilo, Frans SJ., 2003. *Pengantar Himpunan & Logika Kabur serta aplikasinya*. Universitas Sanata Dharma : Yogyakarta
- [10] Wang, Li Xin. 1994. *Adaptive Fuzzy Systems and Control – Design and Stability Analysis*. Prentice-Hall International Inc: New Jersey.
- [11] Wang, Li Xin. 1997. *A Course in Fuzy Systems and Control*. Prentice-Hall International: New Jersey.